



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

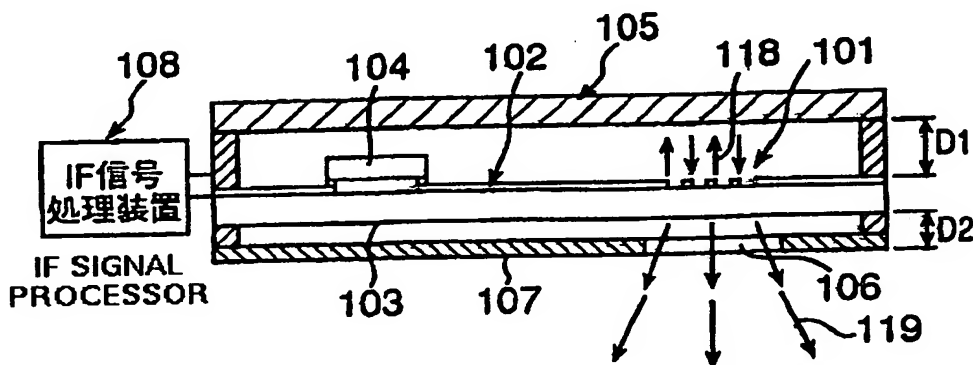
(51) 国際特許分類7 H01Q 13/10, 23/00, 19/06	A1	(11) 国際公開番号 WO00/48269  (43) 国際公開日 2000年8月17日(17.08.00)
--	----	---

(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00824  
(22) 国際出願日 2000年2月15日(15.02.00)  
(30) 優先権データ  
特願平11/35268 1999年2月15日(15.02.99) JP  
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)  
郵政省通信総合研究所長  
(COMMUNICATIONS RESEARCH LABORATORY,  
MINISTRY OF POSTS AND  
TELECOMMUNICATIONS)[JP/JP]  
〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4丁目2番1号 Tokyo, (JP)  
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP]  
〒545-8522 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 Osaka, (JP)  
(71) 出願人; および  
(72) 発明者  
松井敏明(MATSUI, Toshiaki)[JP/JP]  
〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4丁目2番1号 Tokyo, (JP)  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)  
山田敦史(YAMADA, Atsushi)[JP/JP]  
〒632-0078 奈良県天理市杉本町281-3 Nara, (JP)

(74) 代理人  
青山 稔, 外(AOYAMA, Tamotsu et al.)  
〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号  
IMPビル 青山特許事務所 Osaka, (JP)  
(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK,  
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  
添付公開書類  
国際調査報告書

(54) Title: RADIO COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称 無線通信装置



(57) Abstract

A combination antenna and radio communication device comprises a dielectric base (10) on which a multislot antenna (101) made of conductor, a coplanar transmission line (102), a power supply line, and a high-frequency unit (104) are provided. A conductive package (105) and the dielectric base (103) hermetically seal the high-frequency unit (104), the coplanar transmission line (102), and the multislot antenna (101). The lower face of the dielectric base (103) faces to a conductive sheet (107) having an opening (106) for passing therethrough electromagnetic waves. Electromagnetic waves are passed through the dielectric base (103) and taken out through the opening (106). Therefore the combination antenna and radio device for pseudo-millimetric and millimetric waves have a small size, high performance and excellent massproductivity.

(57)要約

このアンテナ一体型無線通信装置は、上面に導体からなるマルチスロットアンテナ101とコプレーナ伝送線路102と電源供給線等が形成された誘電体基板103に、高周波装置104を配置した。導体パッケージ105と誘電体基板103とで、高周波装置104, コプレーナ伝送線路102, マルチスロットアンテナ101が気密封止されている。また、誘電体基板103下面は電磁波通過用開口106を持つ導体板107に対向している。電磁波は誘電体基板103を通して、基板103反対に取付けた導体板107の電磁波通過用開口106から取り出す。これにより、小型, 高性能で量産性に優れた準ミリ波およびミリ波用アンテナ一体型無線通信装置を実現する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

## 無線通信装置

5      技術分野

この発明は、準ミリ波帯およびミリ波帯用無線通信装置に関し、アンテナと高周波装置を一体化した小型無線通信装置に関するものである。

背景技術

10      従来、マイクロ波帯以下の周波数領域での無線通信装置は、周波数変換回路、局部発振回路、増幅回路等で形成される高周波装置とアンテナをそれぞれ独立して設計および作製し、それらをコネクタで接続、あるいは同一基板上に実装することによりそれぞれを接続して用いられていた。しかしながら、さらに周波数の高い準ミリ波帯、ミリ波帯等の領域になると、高周波装置およびアンテナ間の給電線や接続部における損失が急速に増加し、実用的な効率の良い装置を実現する  
15      上での大きな問題となっていた。

この問題を解決するため、準ミリ波およびミリ波帯以上の周波数では、アンテナと高周波装置を一体化した構成技術が必要となっている。ここでアンテナ素子とアンテナは同義語である。

20      これらの問題に具体的に対処する試みとして、アンテナと高周波装置を同一パッケージ内に納めた無線通信装置の一例が、特開平 10-79623 号公報に開示されている。

25      特開平 10-79623 号公報では、アンテナ素子および高周波装置を同一面側に形成した基板と、上記基板上に形成された上記アンテナ素子、上記高周波装置を共通の空間内に気密封止するパッケージ導体を有し、上記パッケージ導体のアンテナ素子に対向する一部領域が非導電性となっている。

また、特開平 10-79623 号公報の図 7 に示されている別の例においては高周波装置とアンテナ素子との間に、それらの電磁的相互干渉を阻止する導電性遮蔽板を備えている。

また、NRD ガイド (nonradiative dielectric waveguide) 非放射型誘電体線

路)、誘電体共振器および誘電体レンズを組み合わせた例が、1996年電子情報通信学会総合大会C-172に開示されている。NRDガイドの伝搬モードであるLSM01モードを誘電体共振器のHE11モードに変換し、更に共振器上のスロットを励振させることでNRD回路面から垂直方向へ放射させ、誘電体レンズによりビーム成形を行なっている。誘電体共振器にQ値の高いものを使用している点と、伝送損が非常に少ないことを特長とするNRDガイドを用いることにより、高周波装置とアンテナ間の損失を抑えることができる。NRDガイドを用いたシステムは、ミリ波帯の通信システムでしばしば使われる。

また、マルチスロットアンテナと周波数変換装置を一体型した一例が、1998年電子情報通信学会総合大会C-2-52に開示されている。これは誘電体基板上に、マルチスロットアンテナとマルチスロットアンテナ接続したコプレーナ伝送線路がパターン形成され、コプレーナ伝送線路の他方の端子に周波数変換回路が形成したものである。マルチスロットアンテナで受信されたRF信号は、コプレーナ伝送線路を通り、周波数変換回路に入力され、一方LO端子から局部発振信号が入力される。RF信号は周波数変換回路で局部発振信号と混合されて周波数変換され、IF信号としてIF端子から出力される。

マルチスロットアンテナはスロット数を調整することにより整合が容易であることと、パッチアンテナ等と比較して帯域が広くとれることから、広帯域性を特長とするミリ波帯通信に向いている。

ところで、従来、マイクロ波帯以下の周波数領域での無線通信装置は、周波数変換回路、局部発振回路、増幅回路等で形成される高周波装置とアンテナをそれぞれ独立して設計および製作し、それらをコネクタで接続、あるいは同一基板上に実装することによって、それぞれを接続して用いられていた。

しかしながら、さらに周波数の高い準ミリ波帯やミリ波帯等の領域になると、高周波装置およびアンテナ間の給電線路における損失が急速に増加するため、実用的な効率の良い無線通信装置を実現する上で高周波回路部とアンテナを一体化することが重要な課題となっていた。

高周波半導体デバイス技術の進歩により、最近ではマイクロ波からミリ波帯の装置が集積回路(MMIC(モノリシック・マイクロ波集積回路))の形で実現でき

5 なる様になっている。マイクロ波帯では、各種の平面アンテナの技術が開発されており、実用上必要なアンテナの高利得化に対応したアレーアンテナの技術が実現されているのに対し、更に高い周波数の準ミリ波帯、ミリ波帯では、マイクロ波帯と同様なアレーアンテナを用いる方法によっては、周波数と共に急速に増加する給電線路や接続部における損失のため、効率の良い高利得アンテナの実現が困難である。

ミリ波帯技術の一般への普及を実現する為に、小形軽量で量産による低コスト化が可能な新しいアンテナ技術の開発が必要になっていた。

10 一方、ミリ波よりさらに波長の短い遠赤外光やサブミリ波帯では、電波天文学等の科学研究用の受信機技術として、光学的手法として誘電体レンズアンテナを用いた準光学技術が実用されてきた。

「“A Monolithic 250 GHz Schottky-Diode Receiver” IEEE  
TRANSACTIONS ON THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 42, NO. 12, DECEMBER 19  
94」に、幾何光学的設計手法に基づいて構成された薄膜検出素子とレンズの組  
15 み合わせを用いる例が示されている。このアンテナと高周波検出素子とを一体化した受信装置は、図19に示すように、高抵抗シリコンレンズ90、ポリエチレンマッティングキャップ91、シリコン基板92、砒化ガリウム基板93上に形成された受信機94で構成されている。通常、光学技術に基づく設計では、レンズの直径および、レンズおよび集光面との距離はいずれも10波長程度以上が必要であり、そのため、上記技術報告の例においては、延長半球レンズの直径は、空気中の波長に対して約11波長を用いている。さらに、半球の中心から基板までの距離がレンズ材料で延長されており、基本的に立体構造のアンテナとなっている。  
20 上記の準光学レンズ技術を用いた場合、近い将来の実用化が期待される100GHz以下の周波数のミリ波では、レンズのサイズの実寸は大きく、かつ重い上に立体的構造であり量産化に不向であり、高コストの大きな構造となる。また、電波天文学や衛星通信用地上局等で一般化している反射鏡を用いるパラボラアンテナは、同様に立体的機械構造の装置となり、将来的に広く普及する技術とば考えられず、全く新しい概念のアンテナ装置技術が、ミリ波無線通信装置の高性能化と低コスト化を実現するために強く求められていた。

### 発明の開示

上記従来の特開平10-79623号公報に開示されている技術では、以下の①～④の問題がある。

① 気密封止のためのパッケージに非導電性の電磁波窓を設ける必要がある  
5 るので、気密封止に特別な工夫が必要となり、コストが高くなる。

② アンテナ基板と半導体基板を導電性基板上に並べるので、アンテナと  
半導体基板を金属ワイヤあるいは金属リボンで接続する必要があり、接続点での  
損失が大きい。

③ 高いアンテナ利得を実現する方法として、複数のアンテナ素子をアレ  
10 ー状にならべ、実効開口を大きくする必要がある。この場合、パッケージサイズ  
が大きくなるので、パッケージ内部が導波管として作用する効果によって、不要  
な電磁波モードが発生し、アンテナおよび高周波装置の動作に悪影響を及ぼす可  
能性がある。

④ アンテナと高周波装置の間に導電性遮蔽板を設けた場合、アンテナの  
15 放射波の一部が遮蔽板に反射しアンテナパターンが非対称性になり、不要なサイド  
ローブが発生し、アンテナ効率が低下する等の課題がある。

また、1996年電子情報通信学会総合大会C-172に開示のNRDガイド  
を用いた技術では、NRDガイド自身に優れた低損失伝送路特性を持つ反面、立  
体回路としての構成上の問題があり、装置の小形化には限度があり、量産性にも  
20 乏しい。

1998年電子情報通信学会総合大会C-2-52に開示の技術では、マルチ  
スロットアンテナと周波数変換回路が電磁氣的に分離されていないので、お互いに  
干渉する問題があり、安定な動作を確保するための具体的な対策がなされていな  
い。

そこで、この発明の目的は、上記従来例の問題に鑑み、量産性に優れたミリ波  
25 および準ミリ波に適したアンテナ素子を内蔵する半導体モジュールで構成された  
無線通信装置を提供することにある。

また、この発明のさらなる目的は、準ミリ波からミリ波帯の効果的な利用を実  
現するために、平面集積回路技術に基づく高周波装置とアンテナとを一体化し、

高性能で小型軽量、さらに量産化による低コスト化可能な新しい無線通信装置技術を提議することにある。

この発明の目的を実現する中間周波数(I F)信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線通信装置の請求項1の構成は、上面に導体からなるマルチスロットアンテナとコプレーナ伝送線路と電源供給線等が形成された誘電体基板に、高周波装置を配置し上記コプレーナ伝送線路によりマルチスロットアンテナに結合されており、且つ、導体パッケージと上記誘電体基板とで気密封止し、上記誘電体基板下面は電磁波の通過用の開口を持つ導体板が取付けられていることを特徴としている。これにより、気密封止方法の改善により量産性を確保することができる。

また、一実施形態の中間周波数(I F)信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線通信装置は、導体パッケージと誘電体基板の間隔が上記電磁波の4分の1であることを特徴としており、導体パッケージからの反射波を1波長の位相差で合成し、単一指向性化による高利得化を実現している。

また、他の実施形態の中間周波数(I F)信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線通信装置は、上記誘電体基板上のマルチスロットアンテナの両側にそれぞれ電磁波遮蔽板を有し、コプレーナ伝送線路上に配置される部分において電磁波遮蔽板に切り込みが入れられていることを特徴としており、アンテナからの放射電波の高周波装置側への漏洩を低減している。

また、一実施形態の中間周波数(I F)信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線通信装置は、上記電磁波通過用の開口の外側に集束効果を持つ誘電体レンズを有することを特徴としており、その集束効果により、電波を特定の限られた角度方向へ放射あるいは特定の限られた角度方向からの電波を受信することができ、通信距離を拡大できる。

また、他の実施形態の中間周波数(I F)信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線通信装置は、上記集束効果を持つ誘電体レンズがゾーニングされて同じ集束効果を持つ薄型レンズであることを特徴としており、通信距離が拡大すると同時に、アンテナ一体型無線通信装置の薄型化および軽量化が可能となる。

また、一実施形態の中間周波数(I F)信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線通信装置は、上記誘電体基板と上記誘電体レンズの間に誘電体導波部が配置

されていることを特徴としており、これにより上記集束効果をさらに増大することができる。

また、他の実施形態の中間周波数(I F)信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線通信装置は、上記誘電体基板の上面側で、上記誘電体基板と上記導体パッケージの間に誘電体導波部が配置されている。これにより、上記漏洩防止効果および上記集束効果をさらに増大できる。

また、一実施形態の中間周波数(I F)信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線通信装置は、上記誘電体基板の上面側で、上記誘電体基板と上記導体パッケージの間に集束効果を持つ反射鏡が配置されている。これにより、上記漏洩防止効果および上記集束効果をさらに増大できる。

また、他の実施形態の無線通信装置は、準ミリ波帯あるいはミリ波帯無線通信装置において、上記無線通信装置のアンテナ部が、送受信機回路部または送信機回路部もしくは受信機回路部と接続する電磁波放射構造と、誘電体からなり、上記誘電体は上記電磁波放射構造と近接して配置され、かつ、中央領域で厚く辺縁部で薄い構造を有し、上記誘電体の中央領域の厚さが、所望電磁波の誘電体内での実効波長の略 $(1/2) \times m$ 倍( $m$ は整数)である。これにより、誘電体の二表面で繰り返される多重反射波の干渉の結果、誘電体へ入射する電磁波の反射波が弱められると同時に、透過波が強められ、誘電体を近接させた効果と誘電体内に結合した電磁波の繰り返し反射による誘電体内電磁界の広がりによって、実効開口が拡大した電磁波源として再放射(または、電磁波放射構造に結合し受信)され、アンテナ利得が向上する。

また、一実施形態の無線通信装置は、準ミリ波帯あるいはミリ波帯無線通信装置において、上記無線通信装置のアンテナ部が、送受信機回路部または送信機回路部もしくは受信機回路部と接続する電磁波放射構造と、誘電体からなり、上記誘電体は上記電磁波放射構造と近接して配置され、かつ、中央領域で誘電率が高く辺縁部で誘電率が低い平行平板状の集束媒質であり、上記誘電体の中央領域の厚さが所望電磁波の誘電体内での実効波長の略 $(1/2) \times m$ 倍( $m$ は整数)となっている。これにより、誘電体の二表面で繰り返される多重反射波の干渉の結果、誘電体へ入射する電磁波の反射波が弱められると同時に、透過波が強められ、誘



電体を近接させた効果と誘電体内に結合した電磁波の繰り返し反射による誘電体内電磁界の広がりによって、実効開口が拡大した電磁波源として再放射(または、電磁波放射構造に結合し受信)され、アンテナ利得が向上する。

また、他の実施形態の無線通信装置は、上記整数 $m$ が4以下となっている。これにより、より効率的に電磁波を誘電体内に蓄えることができ、アンテナ利得を向上できる。

また、一実施形態のアンテナ一体型無線通信装置は、上記誘電体の空間への開口部の直径が、所望電磁波の空気中での波長の1倍から6倍の範囲となっている。これにより、さらにより効果的に電磁波を誘電体内に蓄えることができ、アンテナ利得をさらに向上できる。

また、他の実施形態の無線通信装置は、上記送受信機または送信機回路部もしくは受信機回路部に接続する電磁波導波路に接合する電磁波放射構造が同一平面上に複数配置され、上記誘電体の空間への開口部の直径が、所望電磁波の空気中での波長の4倍から20倍程度の範囲となっている。これにより、さらに高いアンテナ利得が得られる。

また、一実施形態の無線通信装置は、上記誘電体と上記電磁波放射構造との距離が、所望電磁波の空気中での波長の略 $(1/2) \times n$ 倍となっている。これにより、さらにより効果的に電磁波が誘電体内に蓄えられるので、アンテナ利得が向上する。

また、他の実施形態の無線通信装置は、上記整数 $n$ が4以下となっている。これにより、さらにより効果的に電磁波が誘電体内に蓄えられるので、アンテナ利得が向上する。

また、一実施形態の無線通信装置は、上記電磁波放射構造が、スロットアンテナ構造、マルチスロットアンテナ構造、導体パッチ構造、平面スパイラルアンテナ構造、ポータイアンテナ構造の何れかとなっている。

また、他の実施形態の無線通信装置は、上記電磁波導波路が、マイクロストリップ伝送路、コプレーナ型伝送路(CPW)、導体板で裏打ちされたコプレーナ型伝送路(GCPW)、スロット型導波路、イメージ導波路、NRD誘電体導波路、同軸線路、金属導波管のいずれかとなっている。

### 図面の簡単な説明

図 1 Aはこの発明のアンテナ一体型無線通信装置の第 1 実施例の断面図であり、  
図 1 Bは上記第 1 実施例の高周波装置であるMMIC104の構成を示すブロッ  
クダイヤグラムであり、図 1 Cは上記第 1 実施例の誘電体基板の平面図である。

5 図 2はこの発明の第 2 実施例のアンテナ一体型無線装置の断面図である。

図 3はこの発明の第 3 実施例のアンテナ一体型無線装置の断面図である。

図 4はこの発明の第 4 実施例のアンテナ一体型無線装置の断面図である。

10 図 5 Aはこの発明の第 5 実施例のアンテナ一体型無線装置の断面図であり、図  
5 Bは上記第 5 実施例の誘電体基板の平面図であり、図 5 Cは上記第 5 実施例の  
誘電体基板のA-A'断面図であり、図 5 Dは上記第 5 実施例の変形例であり、  
図 5 Eは上記第 5 実施例のもう 1 つの変形例であり、図 5 Fは図 5 BのB-B'断  
面図である。

図 6はこの発明の第 6 実施例のアンテナ一体型無線装置の断面図である。

図 7はこの発明の第 7 実施例のアンテナ一体型無線装置の断面図である。

15 図 8 Aはこの発明の第 8 実施例のアンテナ一体型無線装置の断面図であり、図  
8 Bは上記第 8 実施例の変形例の断面図であり、図 8 Cは上記第 8 実施例のもう  
1 つの変形例の断面図であり、図 8 Dは上記第 8 実施例のさらにもう 1 つの変形  
例の断面図である。

図 9はこの発明の第 9 実施例のアンテナ一体型無線装置の断面図である。

20 図 10はこの発明の第 10 実施例の断面図である。

図 11はアンテナゲインと(誘電体 1 の直径D/空気中での電磁波の波長 $\lambda_0$ )  
との関係を示す特性図である。

図 12は上記誘電体と電磁波放射構造との間の距離とアンテナゲインとの関係  
を示す特性図である。

25 図 13 Aは上記第 10 実施例における誘電体 1 の変形例を示す図であり、図 1  
3 Bは上記誘電体 1 のもう 1 つの変形例を示す図であり、図 13 Cは上記誘電体  
1 のさらにもう 1 つの変形例を示す図である。

図 14 Aは上記第 10 実施例における電磁波放射構造 2 の一例を示すスロット  
アンテナ構造を示す図であり、図 14 Bは上記電磁波放射構造 2 の一例としての

マルチスロットアンテナ構造を示す図であり、図14Cは上記電磁波放射構造2の一例としての導体パッチ構造を示す図であり、図14Dは上記電磁波放射構造2の一例としてのボータアンテナ構造を示す図である。

図15Aは上記第10実施例における電磁波導波路3の一例としてのマイクロストリップ伝送路を示す図であり、図15Bは上記電磁波導波路3の一例としてのコプレーナ型伝送路(CPW)を示す図であり、図15Cは上記電磁波導波路3の一例としての導体板で裏打ちされたコプレーナ型伝送路(GCPW)を示す図であり、図15Dは上記電磁波導波路3の一例としてのスロット型導波路を示す図であり、図15Eは上記電磁波導波路3の一例としてのNRD誘電体導波路を示す図であり、図15Fは上記電磁波導波路3の一例としての同軸線路を示す図であり、図15Gは上記電磁波導波路3の一例としての金属導波管を示す図である。

図16はこの発明の第11実施例の無線通信装置の断面図である。

図17Aは上記第11実施例における誘電体8の比誘電率の分布の一例を示す特性図であり、図17Bは上記誘電体8の比誘電率の分布の他の一例を示す特性図であり、図17Cは上記誘電体8の比誘電率の分布のさらに他の一例を示す特性図であり、図17Dは上記誘電体8の比誘電率の分布のさらにまた他の一例を示す特性図である。

図18は、この発明の第12実施例の無線通信装置の断面図である。

図19は、従来の無線通信装置の断面図である。

図20は、この発明の第13実施例の無線通信装置の断面図である。

図21は、上記第12実施例の無線通信装置の平面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

##### [第1実施例]

図1Aは、この発明に従う無線通信装置に係る第1実施例の断面図である。マルチスロットアンテナ101およびコプレーナ伝送線路102がパターン形成された誘電体基板103上に、高周波装置を構成するMMIC104がフリップチップ接続されている。MMIC104およびマルチスロットアンテナ101およびコプレーナ伝送線路102がパターン形成された基板103上面は電磁波の反射板を兼ねた導体パッケージ105により気密封止されている。誘電体基板1

03と導体パッケージ105の間隔D1は、所望電磁波の波長の4分の1となっている。

また、基板103下部は、電磁波通過用開口106が形成された導体板107で覆われている。この導体板107は、電磁波に対するシールドの役割を果たすが、気密封止する必要はない。符号108は、中間周波数(IF)処理装置である。

次に、この構造で、送信機を構成した場合の動作原理を示す。まず、高周波装置として動作するMMIC104の構成の一例のブロックダイアグラムを図1Bに示す。このMMIC104は、中間周波数(IF)信号増幅器109、周波数変換器110、高周波信号(RF)信号増幅器111および局部信号発生装置112からなる。図1Bでは、これらの機能を一つのチップにまとめた例を示しているが、いくつかのチップに分割することも可能である。

IF信号処理装置108で発生したIF信号113が、MMIC104に入力され、MMIC104において、IF信号増幅器109で増幅され、周波数変換器110で局部信号発生器112からの局部信号と混合され、RF信号に変換され、RF信号増幅器111で増幅される。MMIC104から出力されたRF信号114は、マルチスロットアンテナ101に入力し、上下に放射される。上面に放射された上方放射電磁波118は、導体パッケージ105で反射されて、基板103の下部から放射された出力放射電磁波119と重畳されて放射される。ここで、反射板を兼ねている誘電体基板103上部の導体パッケージ105には

特別な工夫が必要なく、従来からのマイクロ波素子の気密封止技術およびパッケージ材料をそのまま用いることができる。また、誘電体基板103下部の導体板107は、電磁波に対するシールドの役割を果たすが、気密封止する必要はない。

また、ここでは、IF信号113をRF信号114に変換して放射する送信機の例を示しているが、MMICの構成を変えることにより他の部分については全く同じ構成のままで、RF信号を受信してIF信号に変換する受信機を構成することが可能である。

また、図1Cに、図1Aに示したマルチスロットアンテナ101およびコプレーナ伝送線路がパターン形成された誘電体基板の平面図を示す。115および116は、MMIC104に、直流(DC)バイアスを印加するための配線であり、

117はIF入力端子である。

この第1実施例では、誘電体基板103に配置された高周波装置104、アンテナ101およびコプレーナ伝送線路102とを電磁波通過用開口のないパッケージ105と誘電体基板103とで気密封止し、電磁波は誘電体基板103を通して、基板103反対に取付けた導体板107に設けた電磁波通過用開口106から取り出す。これより、準ミリ波およびミリ波伝送における小型で量産性に優れた、アンテナ一体型無線通信装置の実現が可能になった。

#### [第2実施例]

図2は、この発明に従う無線通信装置に係る第2実施例の断面図である。上記第1実施例と異なる点は、電磁波通過用の開口106の外側に、凸レンズ201を設けた点だけで、その他の構成は第1実施例と同一である。第1実施例と同じ原理で放出された出力放射電磁波119は、凸レンズ201で屈折して集束されるので、アンテナ利得が上がる。この凸レンズ201の直径は、所望波の実効波長の5倍程度にする。また、凸レンズ201の曲率半径を最適化することによって、所望のアンテナ利得を得ることができる。この凸レンズ201は、石英、ガラスの他、ポリメチルメタクリレート、スチレンアクリロニトリル、ポリカーボネイト、ポリスチレン、エポキシ、ポリメチルペンテン、ポリテトラフロロエチレン、ポリエチレン、テフロン等の材料を機械的な削り出し、あるいは金型で成形して作製する。集束効果のあるレンズとしては、図2では、平凸レンズの場合を示しているが、もちろん、両凸レンズでも置き換えは可能である。また、この凸レンズ201の中心付近の厚みは、レンズ内実効波長の約 $1/2$ 波長の整数倍とすることによって、レンズと空気との境界面での電磁波の反射を低減することができる。

なお、ここでは、凸レンズ201を、凸レンズ状の誘電体と同じ意味として用いている。また、凸レンズ201の直径を、所望波の実効波長の5倍程度にしたが、この実効波長の5倍程度は、空気中の波長では約1波長～4波長程度となり、凸レンズの誘電率による。

また、この実施例では、電磁波放射構造としてマルチスロットアンテナ101を用い、電磁波導波路としてコプレーナ線路102を用いているが、これらに特

定されるものではなく、それぞれ他の構造のものを用いても、誘電体と電磁波放射構造を近接させた効果は変わらない。

### 〔第3実施例〕

図3は、この発明にしたがう無線通信装置に係る第3実施例を示す断面図である。この第3実施例が、第2実施例と異なる点は、凸レンズ201を電磁波通過開口106から離れた点だけである。すなわち、スペーサ207を凸レンズ201と導体板107との間に介在させることで、マルチスロットアンテナ101とレンズ中心との距離は、レンズ焦点距離内であるが、その距離を調整し最適化することによって所望のアンテナ利得を得ることができる。

### 〔第4実施例〕

図4は、この発明に従う無線通信装置に係る第4実施例を示す断面図である。この第4実施例が、第2実施例と異なる点は、平凸レンズ201をゾーニングしたレンズ203を用いた点である。このゾーニングしたレンズ203を用いたことで、電磁波の屈折効果を損なうことなく、レンズの体積を減少させることができ、無線通信装置のより小型化、軽量化が可能となる。

### 〔第5実施例〕

図5Aは、この発明に従う無線通信装置に係る第5実施例を示す断面図である。この第5実施例は、上記第2実施例とは、誘電体基板103とパッケージ105との間でマルチスロットアンテナ101の両側に、遮蔽板501a、501bを入れた点が異なるだけである。

図5Bにその平面図を示す。また、図5Bの(A-A')断面を図5Cに示す。MMIC104とマルチスロットアンテナ101を接続するコプレーナ線路102上に、準TEMモードでRF信号を伝送し、導波管モードのRF信号を遮断させるために、コプレーナ伝送線路102の上部において、遮蔽板501aに切り込み502が入れてある。図5Cに示す切り込み502の長さaおよびbを、所望電磁波の波長の1/2以下とすることによって、不要な導波管モードを遮断でき、マルチスロットアンテナ101と高周波装置104の間でお互いに影響をなくすることが可能となる。また、図5Bに示すように、遮蔽板501aおよび遮蔽板501bとマルチスロットアンテナ101の中心の距離cを、所望電磁波の

波長の $1/4$ とした場合に、不要な反射がキャンセルされ、アンテナ効率が最大となる。

この第5実施例によれば、マルチスロットアンテナ101に遮蔽板501a, 501bを取付けることにより、通信距離の拡大や信号伝送誤りの低減が図れ、  
5 準ミリ波、ミリ波伝送の実用化が可能となった。

なお、上記遮蔽板501aの切り込み502は長方形であったが、図5DおよびEに示すように、三角形の切り込み505や半円形状の切り込み506を採用してもよい。図5Fは、図5Bの(B-B')断面図である。

#### [第6実施例]

10 図6は、この発明に従う無線通信装置に係る第6実施例を示す断面図である。  
この第6実施例は、凸型レンズ201と誘電体基板103間を誘電体導波部601で接続している点だけが、第2実施例と異なる。

15 この第6実施例では、マルチスロットアンテナ101から放射された電磁波は、誘電体導波部601によって凸型レンズ201に導かれる。また、誘電体導波部601によって、凸型レンズ201とマルチスロットアンテナ101間に空気の層が介在しないから、凸型レンズ201とマルチスロットアンテナ101間の不要な反射を抑制することができる。

20 上記誘電体導波部601は、凸型レンズ201と同じく、石英、ガラスの他、ポリメチルメタクリレート、スチレンアクリロニトリル、ポリカーボネイト、ポリスチレン、エポキシ、ポリメチルペンテン、ポリテトラフロロエチレン、ポリエチレン、テフロン等の材料を機械的な削り出し、あるいは金型で成形して作製する。  
凸型レンズ201と誘電体導波部601の材質は必ずしも同じである必要はないが、それぞれの誘電率が近いほうが望ましい。また、凸型レンズ201と誘電体導波部601とを同じ材料で金型で同時に成形して作製することも可能である。

#### 25 [第7実施例]

図7は、この発明に従う無線通信装置に係る第7実施例を示す断面図である。  
この第7実施例が前述の第6実施例と異なる点は、誘電体基板103の上面とパッケージ105との間に誘電体導波部701が入っている点、および誘電体基板103上部とパッケージ105上部の距離が誘電体導波部701中における電波

の実効波長の $1/4$ としている点である。

マルチスロットアンテナ101の上部に放射された電磁波のビーム幅は誘電体導波部701によって狭められて反射し、更に、誘電体導波部701および凸型レンズ201を経て放射電波702が空間に放射される。誘電体導波部701は、  
5 マルチスロットアンテナ101からの放射波のガイドとして働き、電磁波がパッケージ内で不要な伝送をするのを防ぐ効果もある。

この誘電体導波部701は、凸型レンズ201および誘電体導波部601と同じく、石英、ガラスの他、ポリメチルメタクリレート、スチレンアクリロニトリル、ポリカーボネイト、ポリスチレン、エポキシ、ポリメチルペンテン、ポリテトラフロ  
10 ロエチレン、ポリエチレン、テフロン等の材料を機械的な削り出し、あるいは金型で成形して作製する。

#### 〔第8実施例〕

図8Aは、この発明に従う無線通信装置に係る第8実施例を示す断面図である。  
この第8実施例は、誘電体基板103上面の導体パッケージ105の内側に、集  
15 束効果を持つ反射鏡801を設けた点だけが、第2実施例と異なる。この集束効果を持つ反射鏡801を備えたことで、集束効果を持つ反射鏡801がない場合に比べて、マルチスロットアンテナ101から上部に放射した電磁波802を、マルチスロットアンテナ側に放射波の幅を狭めて反射波803として反射すると  
20 ともに、導体パッケージ105内で不要な方向に電磁波が伝搬するのを防ぐ役目をする。

集束効果を持つ反射鏡801は、アルミ、金、銅等の材料で形成する。また、あらかじめ集束効果を持つ反射鏡801と導体パッケージ105を同時に作製してもよい。

なお、図8Bには、一部を窪ませた凹面804aを有するパッケージ804によって、集束効果を持つ反射鏡を実現した別の一例を示す。この一例では、図8Aを用いて説明した実施例と同様の効果がある。また、図8Cには、凸型誘電体805により、等価的に集束効果を持つ反射鏡を実現した別の一例を示す。この一例によっても、図8Aを用いて説明した実施例と同様の効果がある。また、図8Dには、径の異なる複数の円形誘電体板806で、図8Cにおける凸型誘電体



805と同等な機能を等価的に実現した例であり、図8Aを用いて説明した例と同様の効果がある。

#### [第9実施例]

図9は、この発明に従う無線通信装置に係る第9実施例を示す断面図である。

5 この第9実施例は、第8実施例とは、平凸レンズ201と誘電体基板103との間を誘電体導波部601で接続している点で異なっているだけである。誘電体導波部601の役割については、第6実施例で説明したものと同一なのでここでは繰返さない。

#### [第10実施例]

10 図10は、この発明に従う無線通信装置に係る第10実施例の断面図である。

この第10実施例は、誘電体1と、電磁波放射構造2と、電磁波導波路3と、高周波装置4と誘電体基板7とで構成されている。ここでは、高周波装置4は、増幅器、周波数変換装置、フィルター等で構成される一般的な高周波装置である。

15 誘電体1は、中央で厚く周辺部で薄くなる形状を持ち、電磁波放射構造2に近接して、距離Lを隔てて配置されている。また、誘電体1の中央部1aの厚さtを、誘電体1内での所定電磁波の波長に対して、約0.5波長に設定した。なお、この中央部1aの厚さtは、誘電体1内での上記所定電磁波の波長に対して、約1.0波長、約1.5波長、約2波長のいずれかに設定してもよい。

20 高周波装置4には、電磁波導波路3が接続されており、この電磁波導波路3は電磁波放射構造2に接続されている。この電磁波放射構造2に対向して、誘電体1が配置されている。この誘電体1は、平坦な底面6が電磁波放射構造2に対向しており、凸面5が空間方向を向いている。この誘電体1は、上述したように、その底面6が電磁波放射構造2に対して距離Lを隔てている。

25 この第10実施例では、電磁波放射構造2から放射された電磁波の一部が、誘電体1の凸面5と底面6で反射し、電磁波放射構造2に向って進む。しかしながら、凸面5と底面6で反射した2波の経路差は、1波長であり、さらに、底面6で反射した電磁波は、反射時に位相が反転しているので、この2波の位相差は180°となり、お互いに弱め合う。

したがって、電磁波放射構造2から放射された電磁波の内、近接配置された誘

電体 1 に入射した成分は、誘電体 1 の底面 6 と凸面 5 で繰り返し反射し、誘電体 1 の厚さが略 0.5 波長の整数倍であるため共振し、誘電体 1 への入射電磁波の透過波が強められ、これに対し反射波が弱められる。誘電体 1 内の繰り返し反射により電磁界の分布が誘電体 1 の内部に広がり、実開口の広がったアンテナとして作用し、アンテナ利得が向上する。

さらに、誘電体 1 の空間への開口部となる凸面 5 の直径  $D$  が、空气中波長での所望電磁波の波長の 1 倍～6 倍程度の範囲に設定した場合に、電磁波放射構造 2 から放射された電磁波エネルギーの多くの部分が効率良く誘電体 1 内に引き込まれる。この誘電体 1 内に蓄積された電磁波エネルギーは、誘電体 1 からの再放射波として空間に放射されるので、アンテナ利得が向上する。

さらに、誘電体 1 と電磁波放射源 2 の距離を、空气中の波長換算において略 0.5 波長, 略 1 波長, 略 1.5 波長, 略 2 波長のいずれかに設定した場合、底面 6 と電磁波放射構造 2 の間で、電磁波が共振して、さらに効率良く誘電体 1 内に引き込まれるので、アンテナ利得を向上できる。

ここで、この発明の第 10 実施例によって、アンテナ利得が向上する効果を具体的に確認するために、比誘電率 3.8 の平凸状の誘電体 1 を、電磁波放射構造の 1 種であるマルチスロット 2 に近接させて、アンテナ利得を測定した。このアンテナ利得の測定結果を、図 11 に示す。図 11 では、縦軸が、アンテナゲイン (dBi) を表し、横軸が、誘電体 1 の空間への開口部となる凸面 5 の直径  $D$  が、25 GHz の電磁波の空气中での波長  $\lambda_0$  に対する倍数を表す。

この測定では、誘電体 1 の中央部 1a の厚さ  $t$  を誘電体 1 内での実効波長で約 2 波長となるように選んで、誘電体 1 での反射を抑えて、透過率が最大になるようにしている。また、図 11 では、比較のために、誘電体 1 を仮想的な幾何光学レンズと見立て、便宜的に幾何光学レンズの式によって、求めたアンテナ利得を実線で記載している。図 11 に示すように、この測定における誘電体 1 の直径  $D$  は、空气中の波長に対して 2.5 波長～4 波長であり、幾何光学設計の前提条件となる 10 波長以上の寸法条件よりもはるかに小さい。また、電磁波放射構造 (マルチスロット) 2 と誘電体 1 との間隔  $L$  は、上記空气中の波長程度と極めて近接した配置であり、幾何光学条件とは大きく隔たっている。

この第10実施例の構成によれば、電磁波放射構造2からの電磁波エネルギーは、誘電体1内で広がり、実質的に幾何光学設計で得られるアンテナ利得よりも大きな利得が得られ、アンテナ利得を向上させる上で大きな効果があることが実験的に確認された。この実験では、誘電体1の直径Dは、空気中での所定電磁波の波長に対して2.5波長～4波長に選んでいるが、上記誘電体1の直径Dを、  
5 上記波長の1～6波長程度に選定した場合にも同様のアンテナゲイン向上効果がある。

次に、図12に、誘電体1の空間への開口部をなす凸面5の直径Dを所望電磁波の空気中波長の2.5倍とした場合において、誘電体1と電磁波放射構造2との間の距離Lとアンテナ利得との関係を示す。図12に示すように、この距離Lが、空気中の波長 $\lambda_0$ に対して0.5波長、および1波長のときに、アンテナ利得がピークを示している。この測定結果においても、幾何光学設計から推測される結果とは大きく異なっている。すなわち、上記距離Lを、上記波長 $\lambda_0/2$ あるいは波長 $\lambda_0$ に設定した場合に、誘電体1と電磁波放射構造2との間の共振によって、上記所望電磁波が誘電体1内に更に効率良く引き込まれて、アンテナ利得が向上することが、これらの測定結果によって確認できた。なお、誘電体1と電磁波放射構造2との間の距離Lを、1.5波長( $1.5\lambda_0$ )、または2波長( $2\lambda_0$ )程度に設定した場合にも、アンテナ利得が向上する実質的に同様な効果がある。

20 以上の実験結果は、この発明が、従来の幾何光学レンズの働きとは明らかに異なっていることを示している。誘電体を組合せたことによる利得の増加は、レンズ状誘電体1の直径Dに対応している。これは、電磁波放射構造2から放射された電磁波エネルギーの多くの部分が、電磁波放射構造2に距離Lを隔てて近接して配置された誘電体1の近接効果によって、誘電体1内に引き込まれ、さらに、  
25 当該微小サイズの平凸状の誘電体1を波源とする再放射が行われることによって実効的な高利得化が達成されているものと理解できる。誘電体1表面6と電磁波放射構造2との間の反射波は、その間隔Lが、 $1/2$ 波長の整数倍に近いときに効果的に再合成され、効率良く空間へ放射されることを実験結果は示している。

なお、ここでは、実施例として送信機の例を示したが、誘電体1と電磁波放射

構造 2 の作用は、可逆作用により受信装置としても同じアンテナ利得となり、高周波装置 4 の構成を変更することにより、受信機も構成できる。

また、誘電体 1 は、平凸状の形状に限定されるものではなく、図 1 3 A に示すように、放射空間側の面が平坦面とその周囲の湾曲面とで構成された誘電体 4 1 としてもよい。さらには、図 1 3 B に示すように、台形状の誘電体 4 2 としてもよく、図 1 3 C に示すように、直径が順次小さく設定された複数の円板を積層した構造の誘電体 4 3 としてもよい。

また、電磁波放射構造 2 は、特定の構造に限定されるものではなく、図 1 4 A に示すように、スロット 5 1 a を有するスロットアンテナ構造 5 1 としてもよく、図 1 4 B に示すように、開口部 5 2 a 内に複数のストリップ片 5 2 b が設けられたマルチスロットアンテナ構造 5 2 としてもよい。さらには、図 1 4 C に示すように、導体パッチ構造 5 3 としてもよく、図 1 4 D に示すように、ボータイアンテナ構造 5 4 としてもよい。さらには、平面スパイラル、さらにはフランジ構造を有す導波管スロット等も用いることができる。

なお、図 1 4 C に示す電磁波放射構造 2 の一例である導体パッチ構造の同一面の周辺が、導体の無いギャップ領域をへだて導体面であってもよい。同様に、図 1 4 D に示す電磁波構造 2 の一例であるボータイアンテナ構造の同一面の周辺が、導体の無いギャップ領域を隔てた導体面であってもよい。

さらには、電磁波導波路 3 も、特定の構造に限定されるものではなく、図 1 5 A に示すように、誘電体 6 1 a を導体 6 1 b と 6 1 c とで挟んだマイクロストリップ伝送路 6 1 であってもよく、図 1 5 B に示すように、誘電体 6 2 a 上に導体 6 2 b が形成され、この導体 6 2 b の開口部にストライプ状導体 6 2 c が形成されたコプレーナ型伝送路 (CPW) 6 2 であってもよい。さらには、図 1 5 C に示すように、導体板 6 3 A で裏打ちされたコプレーナ型伝送路 (GCPW) 6 3 であってもよい。さらにまた、図 1 5 D に示すように、誘電体 6 4 a 上の導体にスロット 6 4 b が形成されたスロット型導波路 6 4 であってもよく、図 1 5 E に示すように、誘電体 6 5 a を導体 6 5 b と 6 5 c とで挟んだ構造の NRD 誘電体導波路 6 5 であってもよく、図 1 5 F に示すような同軸線路 6 6 であってもよく、図 1 5 G に示すような金属導波管 6 7 等も用いることができる。要は、図 1 4 A ~

Dに一例が示されている電磁波放射構造に適切に接合するものであれば何でもよい。

#### [第11実施例]

図16は、この発明に従う無線通信装置に係る第11実施例の断面図である。

5 この第11実施例は、第10実施例の誘電体1に替えて、図16に示す平行平板状の集束媒質からなる誘電体8を備えた点だけが、前述の第10実施例と異なる。

この誘電体8は、中央領域8Aで誘電率が高く、辺縁部8B、8Cで誘電率が低い平行平板状の集束媒質となっており、上記誘電体8の中央領域8Aの厚さが  
10 所望電磁波の誘電体8内での実効波長の約0.5波長、約1波長、約1.5波長、約2波長のいずれかとなっている。この誘電体8は、実質的に第10実施例における誘電体1と等価であり、第10実施例と同様の効果が得られる。この第11実施例においては、第10実施例と異なるのは誘電体8の構造のみであり、その他の誘電体8の直径D、誘電体8と電磁波放射構造2との距離L、電磁波放射構造2の種類、電磁波導波路3の種類等は、第10実施例で説明した通りであるので、ここでは繰り返さない。上記誘電体8における比誘電率は、中心部8Aで高く、周辺部8B、8Cで低い分布なっていればよい。たとえば、この誘電体8の比誘電率の分布は、図17Aに示すように、階段状の分布になっていてもよく、  
15 図17Bに示すように、角が面取りされた長方形の分布になっていてもよい。さらには、図17Cに示すように、角が湾曲した長方形の分布になっていてもよく、図17Dに示すように、すそが広がった釣鐘形状になっていてもよい。

#### [第12実施例]

図18は、この発明に従う無線通信装置に係る第12実施例の断面図である。  
この第12実施例が、第10実施例あるいは第11実施例と異なるのは、電磁波  
25 放射構造を2素子以上のアレイ状に配置している点と、誘電体71の直径Dを、空气中での所望電磁波の波長の4倍～20倍としている点である。

誘電体基板77上に形成されている各電磁波放射構造72と73には、それぞれ誘電体導波路75が接続されており、従来のアレイアンテナの給電導波路と全く同様に他端で合成されて、高周波装置76に接続されている。電磁波放射構造

72, 73を2素子以上のアレイ状に配置して、直径Dが空気中での所望電磁波の波長の4倍～20倍の誘電体71を近接して配置した場合、30 dBi等の非常に高いアンテナ利得が得られる。なお、図18においては、2素子のアレイの例を示しているが、さらに多数の素子のアレイからなる電磁放射構造に対してもアンテナ利得を向上させる効果がある。

また、図21の平面図に示すように、上記誘電体71を長楕円形状としてもよい。この場合には、図21における誘電体71の楕円形状と90°だけずれた方向に指向性を有する扁平な電磁波ビームを放射できる。また、上記誘電体71が円形の場合には、軸対称に近い放射パターンになる。

#### [第13実施例]

次に、図20に、この発明の第13実施例の断面を示す。この第13実施例は、図10の第10実施例の変形例に相当する。この第13実施例は、IF信号処理装置108に電磁波導波路3が接続され、この電磁波導波路3は、高周波装置4および電磁波放射構造2に接続されている。また、この電磁波導波路3は、誘電体基板7の表面に密接しており、この誘電体基板7の裏面には、バックプレート3'が密接されている。このバックプレート3'と電磁波導波路3とで電磁波導波構造をなしている。

また、この第13実施例では、上記電磁波導波構造、誘電体基板7、高周波装置4は、導体パッケージ105内に收容されていて、この導体パッケージ105に形成された開口部に、誘電体81が嵌め込まれている。この誘電体81は、凸面85が外側空間に面し、底面86が電磁波放射構造2に対向している。この底面86と電磁波放射構造2との距離Lは、上記第10実施例と同様に設定される。また、上記誘電体81の最大厚さtも、第10実施例と同様に設定される。また、この第13実施例においても、誘電体81の直径Dは、第10実施例と同様に設定される。これにより、この第13実施例においても、第10実施例と同様のアンテナゲインが向上する効果が得られるが、この第13実施例では、導体パッケージ105の開口部と誘電体81が実質的に同径になっているので、さらなるアンテナ利得の向上を図れる。

なお、この第13実施例の電磁波導波構造としては、図15Aや図15Cや図

15Eに示した導波構造を適用できる。

産業上の利用の可能性

この発明は、準ミリ波からミリ波帯の無線通信装置に適用でき、低コストでアンテナゲインが高く、高性能で小型、軽量なアンテナ一体型無線通信装置を実現するのにも有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. 中間周波数信号処理装置を接続したアンテナ一体型無線装置において、  
5 上面に導体からなるマルチスロットアンテナとコプレーナ伝送線路と電源供給線が形成された誘電体基板に高周波装置を配置し、上記コプレーナ伝送線路によりマルチスロットアンテナに結合されており、且つ、導体パッケージと上記誘電体基板とで気密封止し、上記誘電体基板下面は電磁波の通過用の開口を持つ導体板が取付けられていることを特徴とする無線通信装置。
- 10 2. 請求項1に記載の無線通信装置において、  
上記導体パッケージと上記誘電体基板の間隔が上記電磁波の波長の4分の1であることを特徴とする無線通信装置。
3. 請求項1または2に記載の無線通信装置において、  
15 上記誘電体基板上のマルチスロットアンテナの両側に、それぞれ電磁遮蔽板を有し、コプレーナ伝送線路上に配置される部分において電磁遮蔽板に切り込みが入れられていることを特徴とする無線通信装置。
4. 請求項1乃至3のいずれか1つに記載の無線通信装置において、  
上記電磁波通過用の開口の外側に誘電体レンズを有することを特徴とする無線通信装置。
- 20 5. 請求項4に記載の無線通信装置において、  
上記誘電体レンズがゾーニングされていることを特徴とする無線通信装置。
6. 請求項4乃至5のいずれか1つに記載の無線通信装置において、  
上記誘電体基板と上記誘電体レンズの間に誘電体導波部が配置されていることを特徴とする無線通信装置。
- 25 7. 請求項1乃至6のいずれか1つに記載の無線通信装置において、  
上記誘電体基板の上面側で、上記誘電体基板と上記導体パッケージとの間に誘電体導波部が配置されていることを特徴とする無線通信装置。
8. 請求項1乃至6のいずれか1つに記載の無線通信装置において、  
上記誘電体基板の上面側で、上記誘電体基板と上記導体パッケージとの間に集



束効果を持つ反射鏡が配置されていることを特徴とする無線通信装置。

9. 準ミリ波帯あるいはミリ波帯の無線通信装置において、

上記無線通信装置のアンテナ部が、送受信機回路部または送信機回路部もしくは受信機回路部と接続する電磁波放射構造と、誘電体とからなり、

5 上記誘電体は、上記電磁波放射構造と近接して配置され、かつ、中央領域で厚く辺縁部で薄い構造を有し、上記誘電体の中央領域の厚さが、所望電磁波の誘電体内での実効波長の略 $(1/2) \times m$ 倍( $m$ は整数)であることを特徴とする無線通信装置。

10. 準ミリ波帯あるいはミリ波帯無線通信装置において、

10 上記無線通信装置のアンテナ部が、送受信機回路部または送信機回路部もしくは受信機回路部と接続する電磁波放射構造と、誘電体とからなり、

15 上記誘電体は、上記電磁波放射構造と近接して配置され、かつ、中央領域で誘電率が高く辺縁部で誘電率が低い平行平板状の集束媒質であり、上記誘電体の中央領域の厚さが、所望電磁波の誘電体内での実効波長の略 $(1/2) \times m$ 倍( $m$ は整数)であることを特徴とする無線通信装置。

11. 請求項9または10に記載の無線通信装置において、

上記略 $(1/2) \times m$ 倍における $m$ は、4以下であることを特徴とする無線通信装置。

12. 請求項9乃至11のいずれか1つに記載の無線通信装置において、

20 上記誘電体の空間への開口部の直径が、所望電磁波の空気中での波長の1倍から6倍の範囲であることを特徴とする無線通信装置。

13. 請求項9乃至12のいずれか1つに記載の無線通信装置において、

25 上記送受信機または送信機回路部もしくは受信機回路部に接続する電磁波導波路に接合する電磁波放射構造が同一平面上に複数配置され、上記誘電体の空間への開口部の直径が、所望電磁波の空気中での波長の4倍から20倍の範囲であることを特徴とする無線通信装置。

14. 請求項9乃至13のいずれか1つに記載の無線通信装置において、

上記誘電体と上記電磁波放射構造との距離が、所望電磁波の空気中での波長の略 $(1/2) \times n$ 倍( $n$ は整数)となっていることを特徴とする無線通信装置。

15. 請求項14に記載の無線通信装置において、

上記波長の略 $(1/2) \times n$ 倍における $n$ は、4以下であることを特徴とする無線通信装置。

16. 請求項9乃至15のいずれか1つに記載の無線通信装置において、

5 上記電磁波放射構造が、スロットアンテナ構造、マルチスロットアンテナ構造、  
導体パッチ構造、平面スパイラルアンテナ構造、ボータイアンテナ構造のうちのい  
ずれかであることを特徴とする無線通信装置。

17. 請求項9乃至16のいずれか1つに記載の無線通信装置において、

10 上記電磁波導波路が、マイクロストリップ伝送路、コプレーナ型伝送路(CP  
W)、導体板で裏打ちされたコプレーナ型伝送路(GCPW)、スロット型導波路、イ  
メージ導波路、非放射性誘電体線路、同軸線路、金属導波管のうちのいずれかであ  
ることを特徴とする無線通信装置。

Fig. 1A

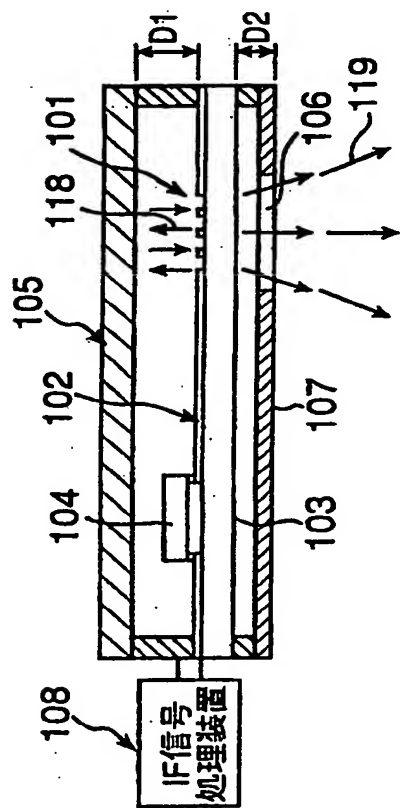


Fig. 1B

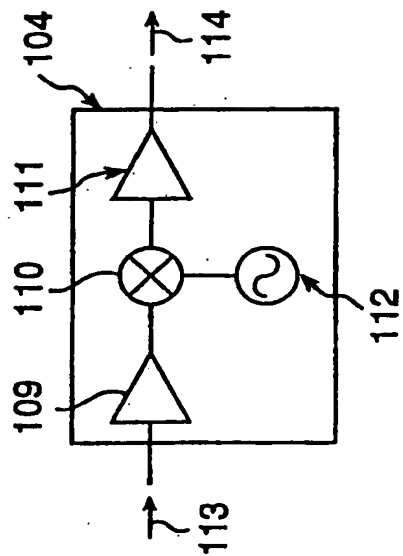


Fig. 1C

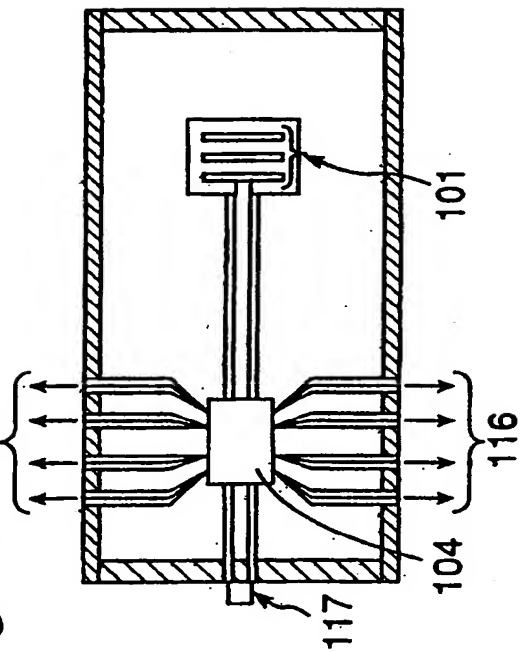


Fig.2

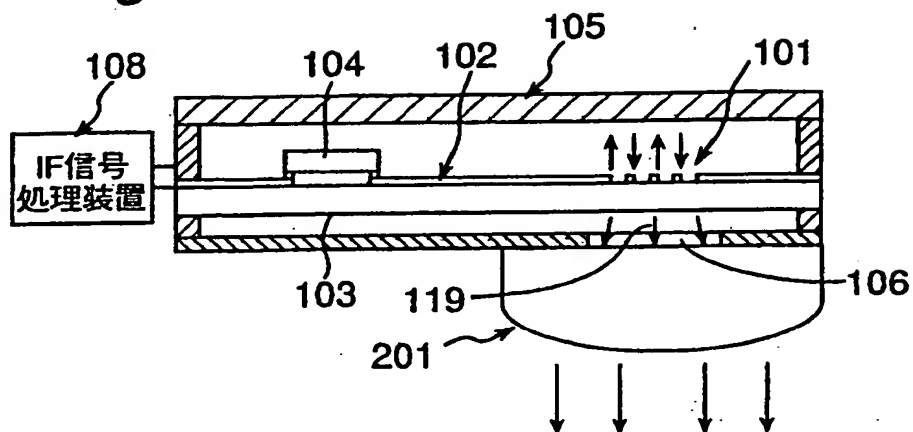


Fig.3

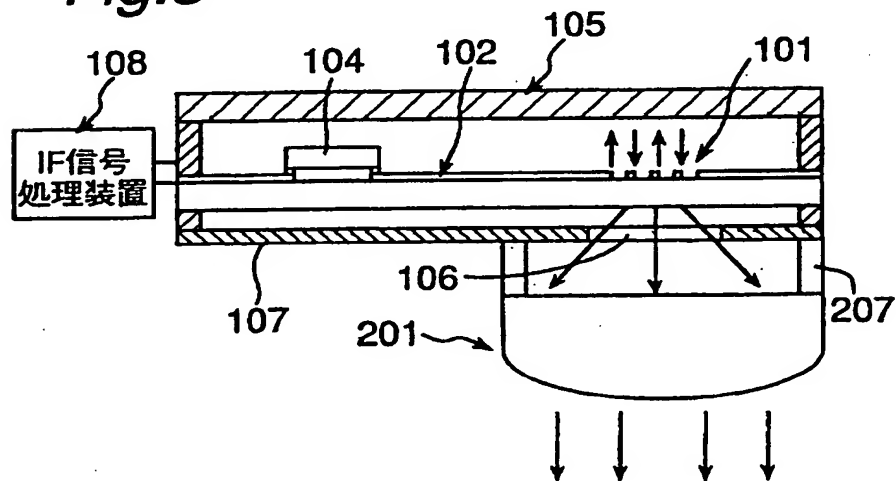
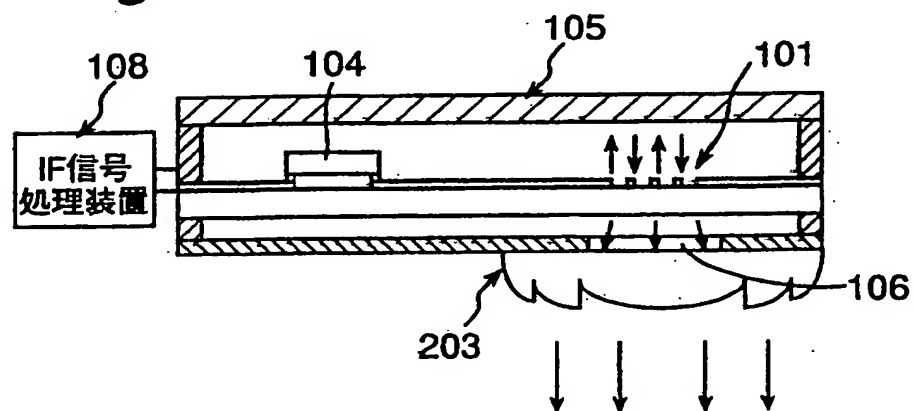


Fig.4



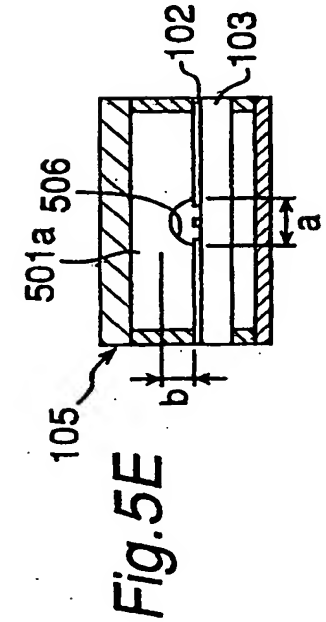
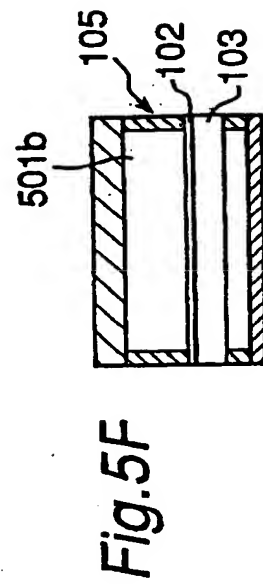
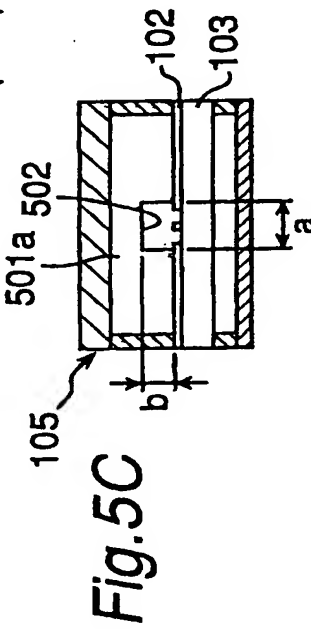
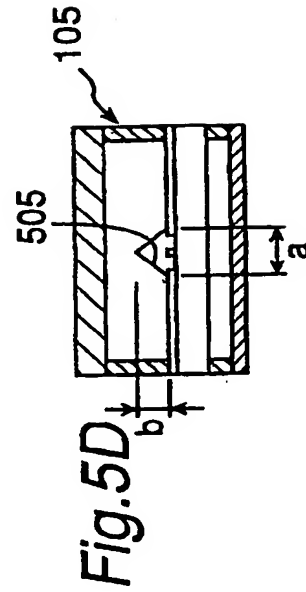
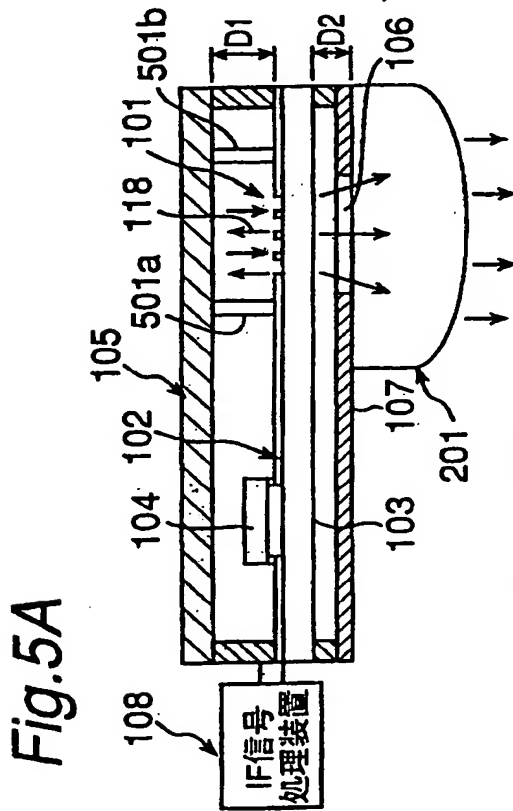
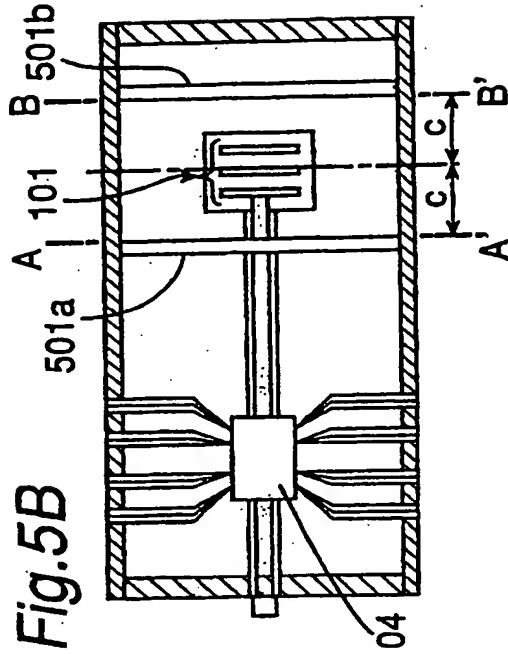


Fig.6

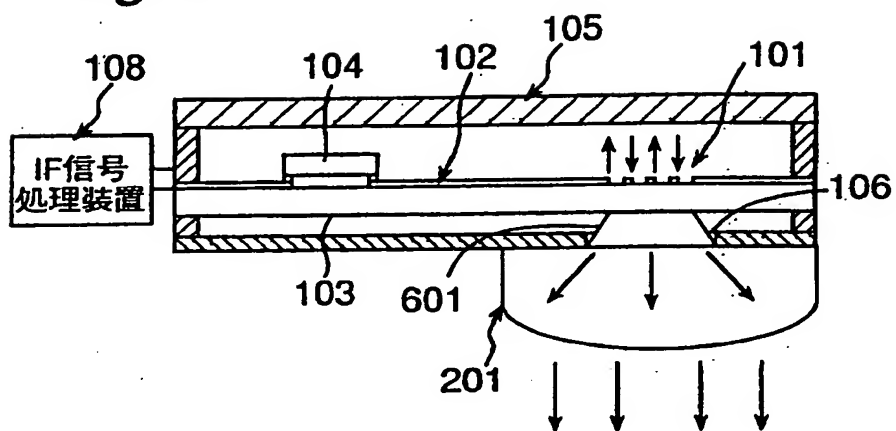
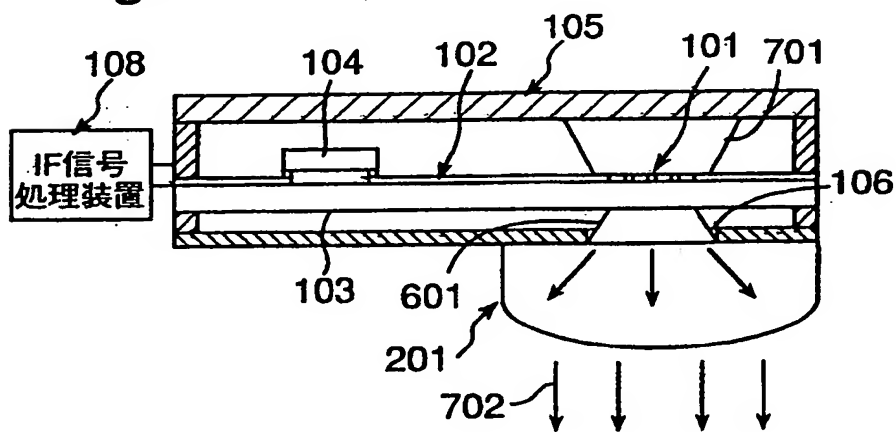
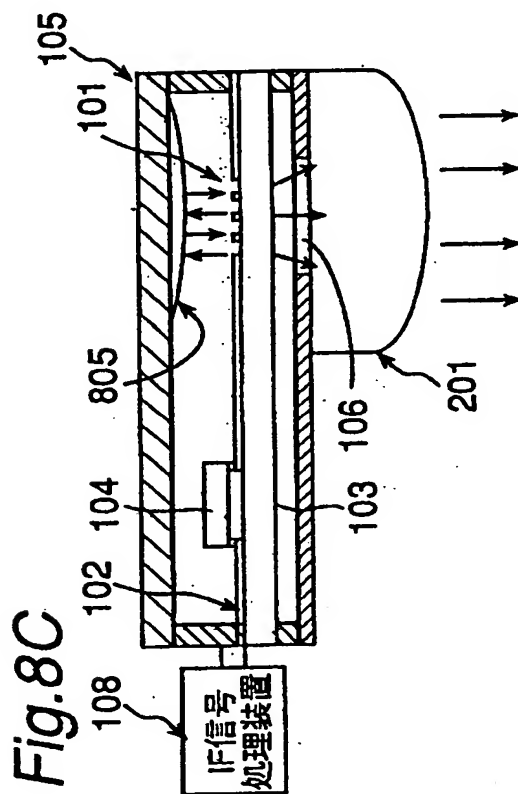
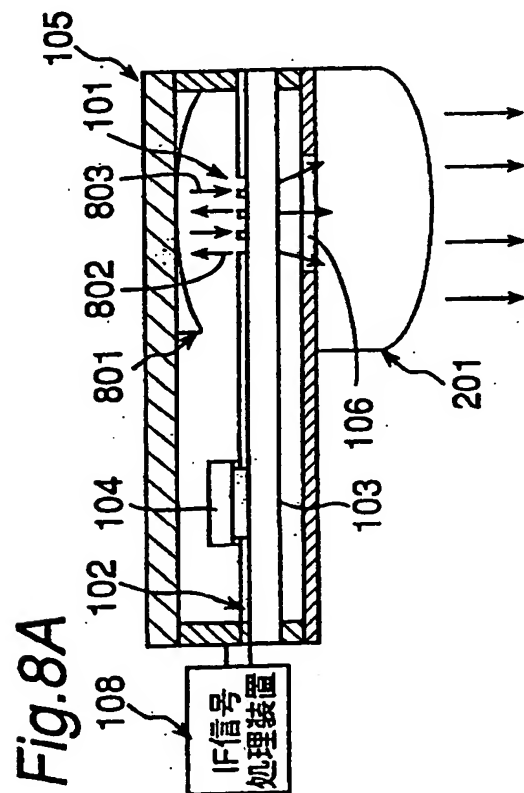
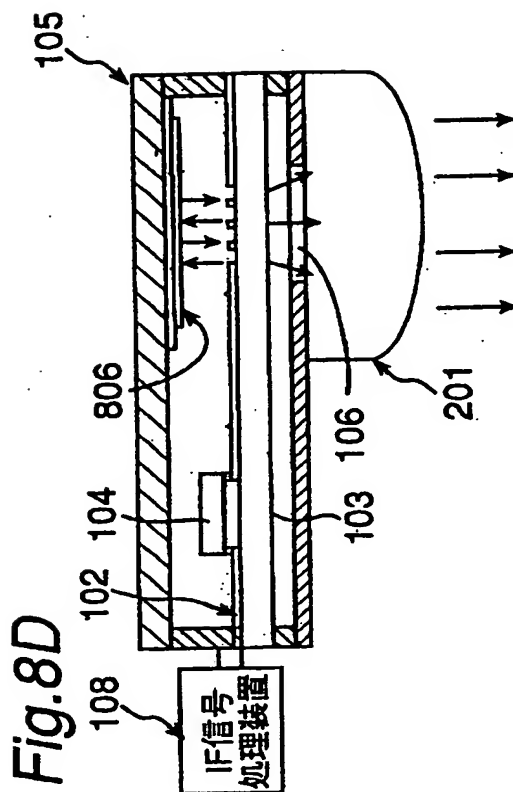
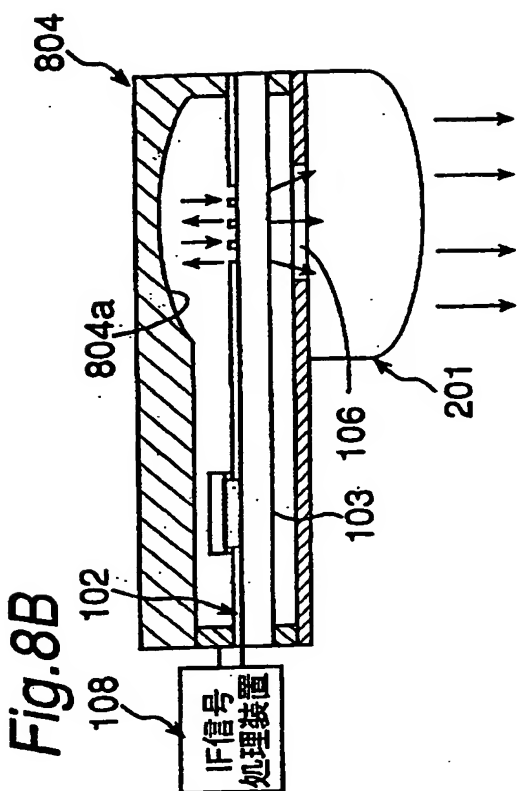


Fig.7





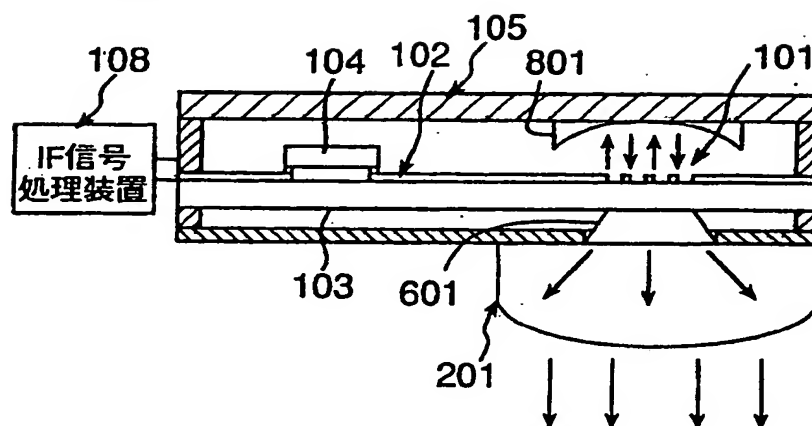
*Fig.9*



Fig. 10

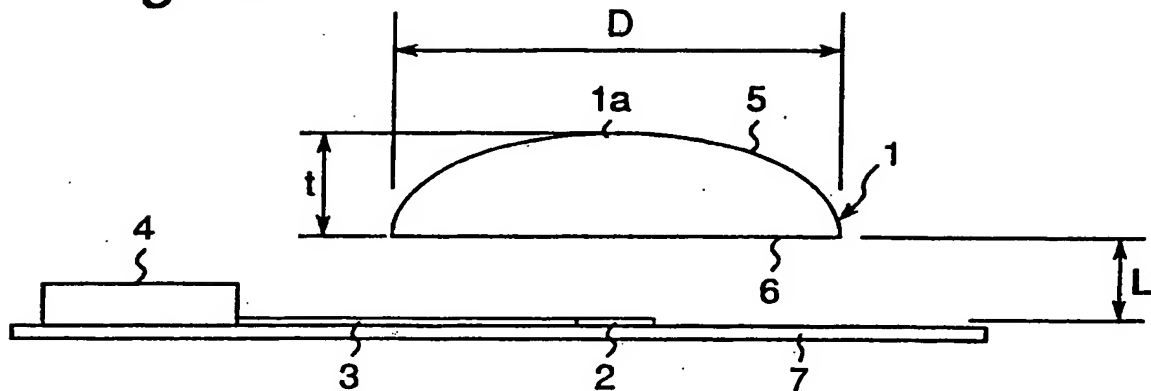


Fig. 11

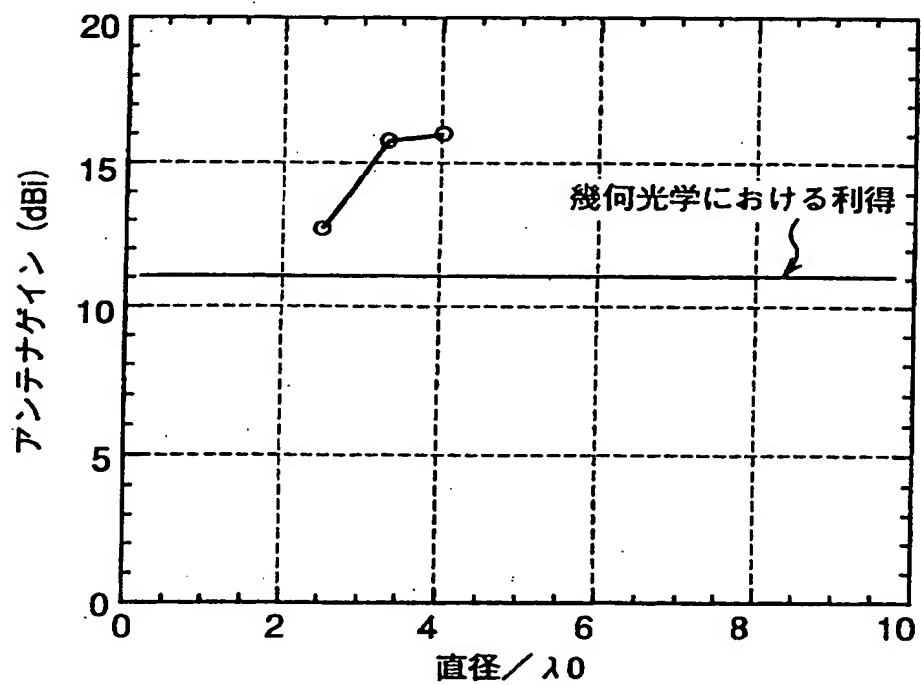


Fig. 12

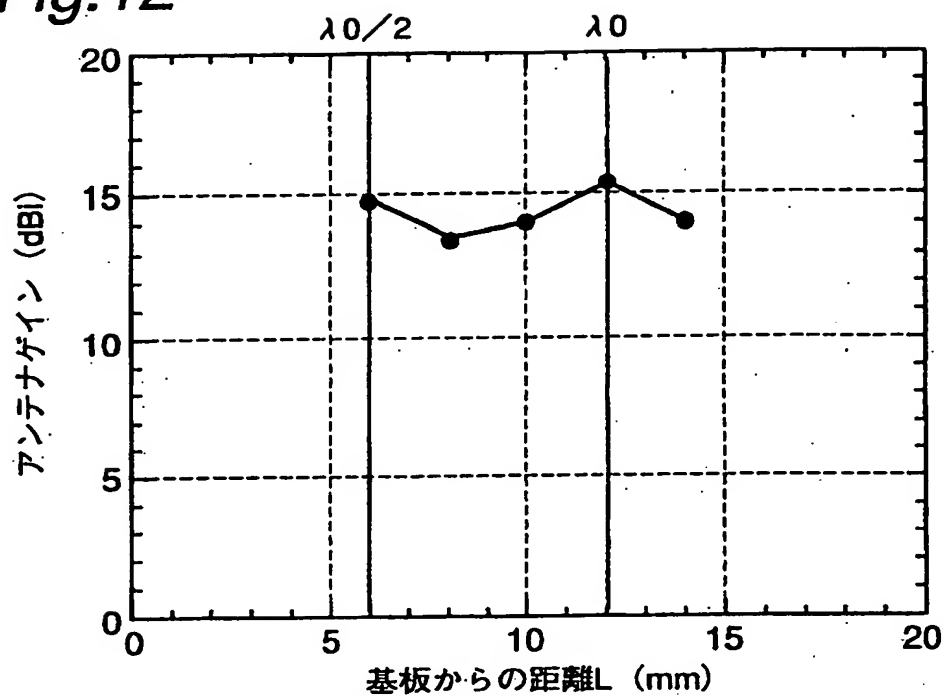


Fig. 13A

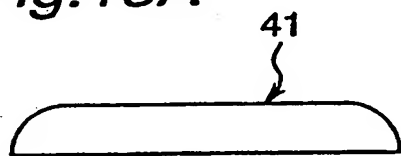


Fig. 13B

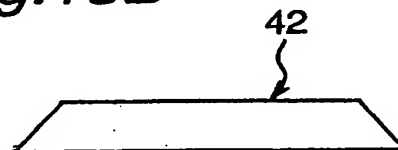
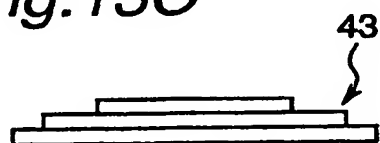
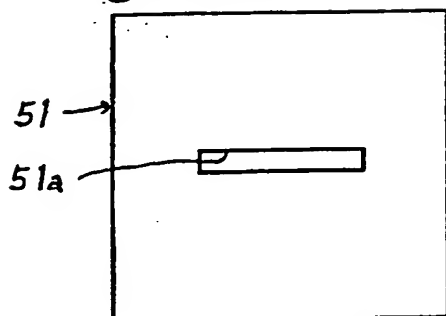


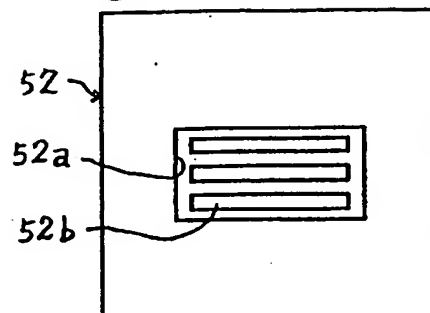
Fig. 13C



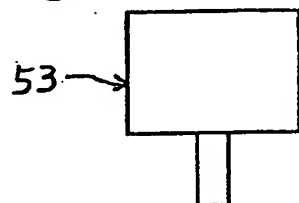
**Fig.14A**



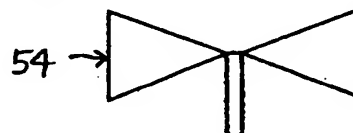
**Fig.14B**



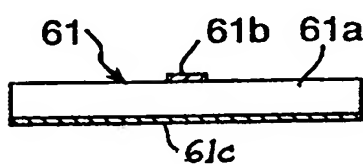
**Fig.14C**



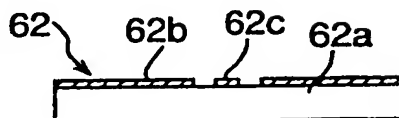
**Fig.14D**



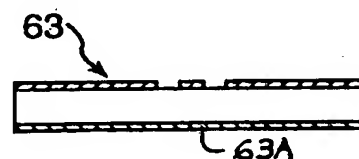
**Fig.15A**



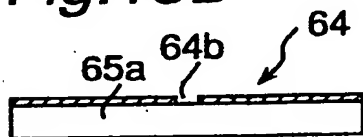
**Fig.15B**



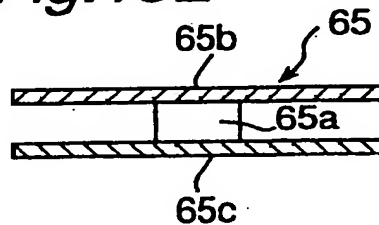
**Fig.15C**



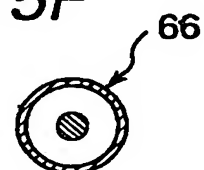
**Fig.15D**



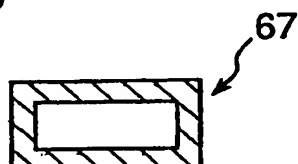
**Fig.15E**

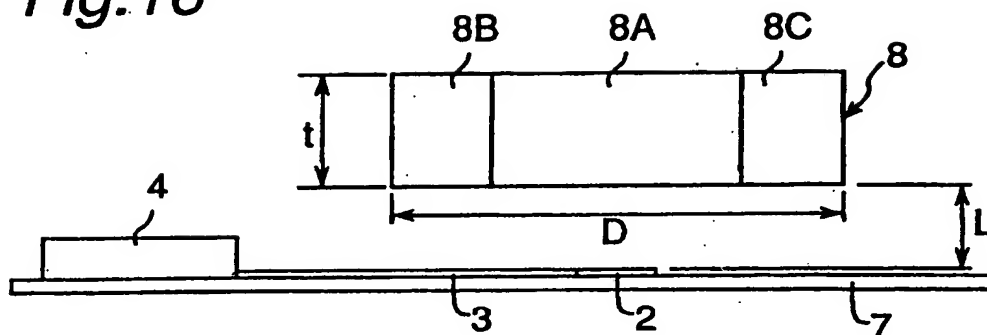
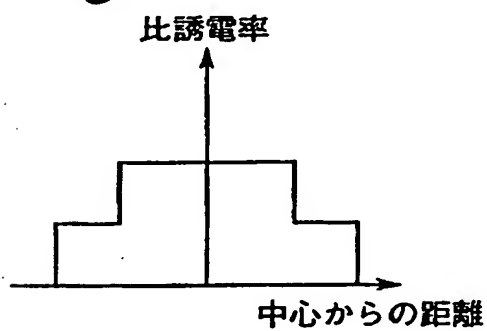
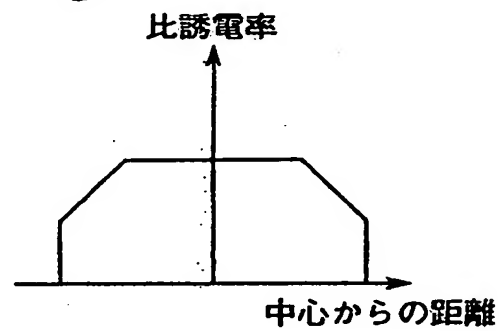
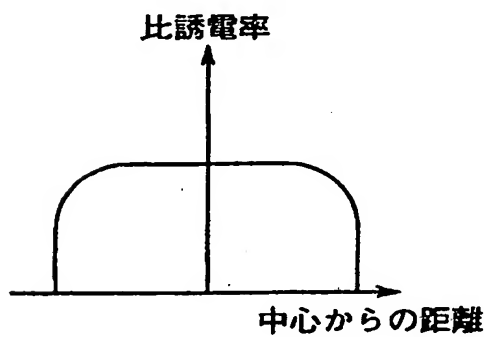
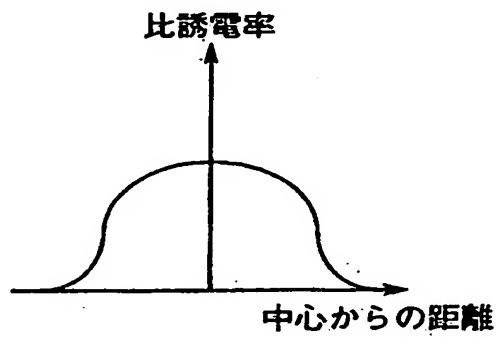


**Fig.15F**



**Fig.15G**



**Fig.16****Fig.17A****Fig.17B****Fig.17C****Fig.17D**

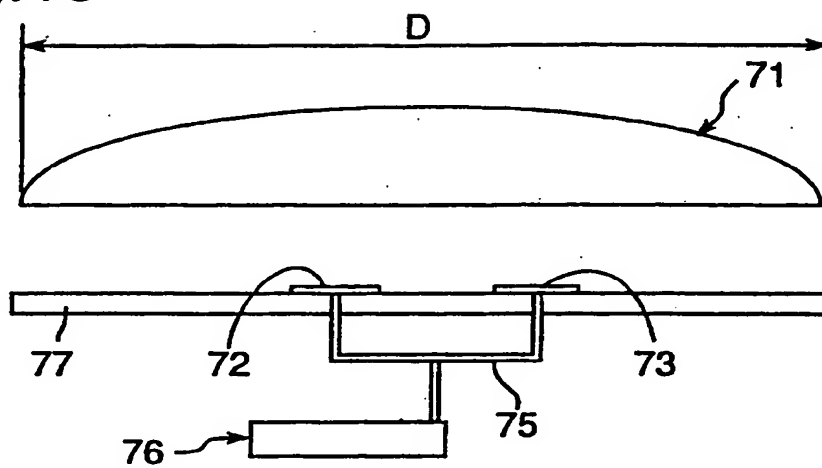
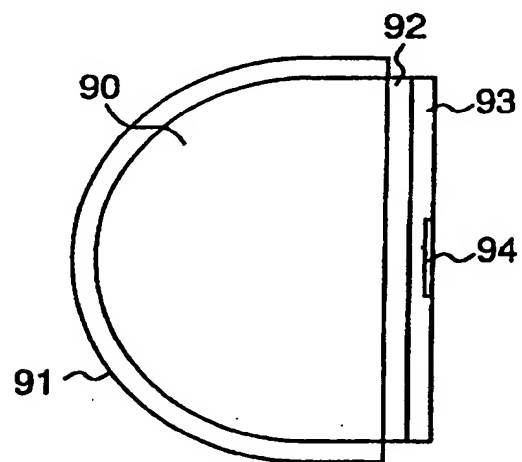
*Fig.18**Fig.19*

Fig.20

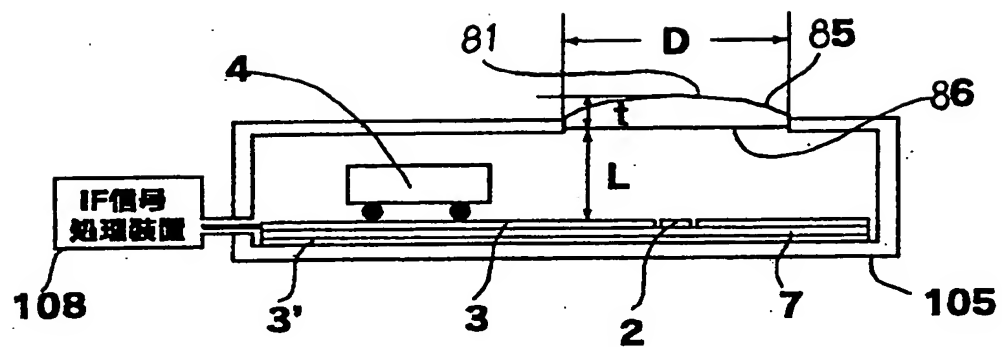
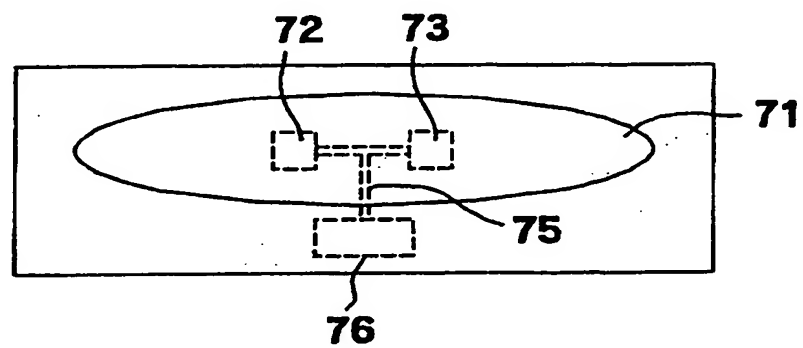


Fig.21



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00824

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01Q 13/10, H01Q 23/00, H01Q 19/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01Q 13/10, H01Q 23/00, H01Q 19/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1950-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1995

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	G.P.Gauthier, et.al, "A Uniplanar 90-GHz Schottky-Diode Millimeter-Wave Receiver", IEEE Trans.on Microwave Theory and Techniques, Vol.43, No.7, 1995, pp.1669-1672	1-8
A	JP, 9-289414, A (ATR Kodenpa Tsushin Kenkyusho K.K.), 04 November, 1997 (04.11.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP, 7-235826, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 05 September, 1995 (05.09.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	US, 4371877, A (U.S. Philips Corp.), 01 February, 1983 (01.02.83), Full text; all drawings & JP, 56-168404, A & FR, 2481526, A & DE, 3115388, A	1-8
A	EP, 743697, A (Murata manufacturing Co.), 20 November, 1996 (20.11.96), Full text; all drawings & JP, 8-316727, A & US, 5883601, A	9-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 19 May, 2000 (19.05.00)

Date of mailing of the international search report  
 30 May, 2000 (30.05.00)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/00824

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>1</sup> H01Q 13/10, H01Q 23/00, H01Q 19/06

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>1</sup> H01Q 13/10, H01Q 23/00, H01Q 19/06

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1950-2000年

日本国公開実用新案公報 1971-1995年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	G. P. Gauthier, et. al, "A Uniplanar 90-GHz Schottky-Diode Millimeter-Wave Receiver", IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. 43, No. 7, 1995, pp. 1669-1672	1-8
A	JP, 9-289414, A (株式会社エイ・ティ・アール光電波通信研究所) 04. 11月. 1997 (04. 11. 97), 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.05.00

国際調査報告の発送日

30.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岸田 伸太郎



5T 9183

電話番号 03-3581-1101 内線 3566



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 7-235826, A (日本電信電話株式会社) 05. 9月. 1995 (05. 09. 95), 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US, 4371877, A (U.S. Philips Corp.) 01. 2月. 1983 (01. 02. 83), 全文, 全図 & JP, 56-168404, A & FR, 2481526, A & DE, 3115388, A	1-8
A	EP, 743697, A (Murata manufacturing Co.) 20. 11月. 1996 (20. 11. 96), 全文, 全図 & JP, 8-316727, A & US, 5883601, A	9-17